

Une Méthode nouvelle
de Localisation des Projectiles
La Méthode du Repérage cutané
et ses Applications

THÈSE

PRÉSENTÉE

à la FACULTÉ de MÉDECINE et de PHARMACIE de LYON

et soutenue publiquement le 22 Décembre 1941

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

par

François VIOLETTE

né le 30 Mars 1917, à La Flèche (Sarthe)

Elève de l'Ecole du Service de Santé Militaire

Externe des Hôpitaux de Lyon et de la Maternité

Diplômé d'Electrologie et de Radiologie

Diplômé d'Hygiène et de Microbiologie

Diplômé de Médecine scolaire et d'Education physique



Imprimerie JANODY
23, Cours Henry • LYON
1941



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554206_0056

Une Méthode nouvelle
de Localisation des Projectiles
La Méthode du Repérage cutané
et ses Applications

Travail du Service Central d'Electro-radiologie
de l'Hôpital militaire d'Instruction Desgenettes
(Professeur agrégé WILLEMIN)

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année Scolaire 1941-1942 — N° 45

Une Méthode nouvelle
de Localisation des Projectiles
La Méthode du Repérage cutané
et ses Applications

THÈSE

PRÉSENTÉE

à la FACULTÉ de MÉDECINE et de PHARMACIE de LYON

et soutenue publiquement le 22 Décembre 1941

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

par

François VIOLETTE

né le 30 Mars 1917, à La Flèche (Sarthe)

Elève de l'Ecole du Service de Santé Militaire
Externe des Hôpitaux de Lyon et de la Maternité

Diplômé d'Electrologie et de Radiologie

Diplômé d'Hygiène et de Microbiologie

Diplômé de Médecine scolaire et d'Education physique



Imprimerie JANODY
23, Cours Henry - LYON
1941

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

Doyen honoraire	M. L. HUGOUNENQ.
Doyen	M. J. LEPINE.
Assesseur	M. A. MOREL.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. LANNOIS, HUGOUNENQ, PIC, CONDAMIN,
PAVIOT, NICOLAS, VILLARD, NOVE-JOSSERAND, TIXIER, COLLET, GAYET, CLUZET
BERARD, COURMONT, GUIART, PIERY, VORON, CADE, THÉVENOT Léon.

PROFESSEURS

Cliniques médicales	} MM. FROMENT. SAVY. PATEL SANTY RHEUTER. BONNET F'AVRE. LEPINE (J.) MOURIQUAND. COTTE. REBATTU. CIBERT. TAVERNIER. DUFOUR. J. CHALIER. PONTHUS. FLORENCE. MOREL. MANCEAU. GARIN. LATARJET. POLICARD. HERMANN. CORDIER. DECHAUME. J.F. MARTIN X... ARLOING (F.). MAZEL ROCHAIX. LEULIER. GATÉ.
Cliniques chirurgicales	
Clinique obstétricale et Accouchements.....	
Clinique ophtalmologique	
Cliniques dermatologique et syphiligraphique.....	
Clinique neurologique et psychiatrique.....	
Clinique médicale infantile.....	
Clinique gynécologique	
Clinique d'oto-rhino-laryngologie	
Clinique urologique	
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.....	
Clinique et prophylaxie de la tuberculose.....	
Clinique des maladies infectieuses	
Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie.....	
Chimie biologique et médicale.....	
Chimie organique et Toxicologie.....	
Matière médicale et Botanique.....	
Parasitologie et Histoire naturelle médicale.....	
Anatomie	
Histologie	
Physiologie	
Pathologie interne	
Pathologie générale et thérapeutique.....	
Anatomie pathologique	
Chirurgie opératoire	
Médecine expérimentale et comparée et Bactériologie.....	
Médecine légale	
Hygiène	
Pharmacie et Pharmacologie.....	
Hydrologie thérapeutique et Climatologie.....	

PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

Chargé d'un cours d'embryologie.....	NOEL.
--------------------------------------	-------

AGREGES

MM. GABRIELLE CHAMBON REVOL ENSELME SEDALIAN CEFFESSEL DE RUELLEMONT	MM. T. RAVAUULT PIGEAUD CROIZAT DELORE JOSSERAND MORIN BERTRAND	MM. CLAVEL LEVRAT BANSILLON MALLET-GUY ROMAN PEYCELON JOURDAN	MM. FROMENT R. MARTIN P.E. MOUNIER-KUHN BROUSSY PIFFAULT
---	--	--	---

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

MM. PONTHUS, *Président*; GABRIELLE, *assesseurs*

PIFFAULT, BROUSSY



La Faculté de Médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A MON PERE
LE COMMANDANT VIOLETTE
GRIÈVEMENT BLESSÉ EN 1914
GLORIEUSEMENT BLESSÉ EN 1940
AU PONT DE MEUNG
A LA TÊTE DE SES HOMMES
FACE A L'ENNEMI

En hommage d'admiration et de
respect filial.

A LA MÉMOIRE
DE MES CAMARADES DE L'ÉCOLE
ET DE LA 4^e DIVISION CUIRASSÉE
MORTS POUR LA FRANCE

A LA MEMOIRE DE MES GRANDS-PARENTS

Trop tôt enlevés à mon affection.

A MA MERE

En témoignage de mon amour
filial.

A MON FRERE

En lui souhaitant une vie aussi
brillante que ses études.

A MA GRAND'MERE

Avec toute mon affection.

A MON MAÎTRE

MONSIEUR LE PROFESSEUR WILLEMIN

Professeur Agrégé du Val-de-Grâce

Chef du Service d'Electro-Radiologie

de l'Hôpital Militaire Desgenettes

Que je n'arriverai jamais à
remercier assez de tout ce qu'il
a fait pour moi et dont je suis fier
d'être l'élève.

Qu'il veuille bien, dans ce travail
qu'il a inspiré, trouver une preuve
de mon affection respectueuse et
de mon entier dévouement.

A MON MAÎTRE

MONSIEUR LE PROFESSEUR THIBAUD

Professeur de Physique à la Faculté des Sciences

Directeur de l'Institut de Physique Atomique

Que je suis fier d'avoir pour
Maître et qui m'a toujours encour-
ragé dans la recherche scientifique.

En espérant que l'originalité et
la nouveauté de cette thèse ne lui
déplairont pas.

A LA MÉMOIRE DE MONSIEUR LE GÉNÉRAL FERRIE

Membre de l'Institut

ET A LA TÉLÉGRAPHIE MILITAIRE QU'IL A CRÉÉE

A MONSIEUR LE GÉNÉRAL DE CORPS D'ARMÉE JULLIEN

Ancien Inspecteur Général des Transmissions

A MESSIEURS LES GÉNÉRAUX CHARITE ET FRACQUE

A MESSIEURS LES COLONELS

CHANCENOTTE, DESPLANQUE ET VIZE

A MONSIEUR LE COMMANDANT LABAT

A MESSIEURS LES CAPITAINES REVIRIEU ET IZARD

A MON CAMARADE DE COMBAT LE LIEUTENANT GOURDON

Officier Radio à la 4^e Division Cuirassée

En souvenir des bons et mauvais
moments passés ensemble.

A MES MAÎTRES
DE L'ÉCOLE DU SERVICE DE SANTÉ MILITAIRE
DE L'HÔPITAL MILITAIRE D'INSTRUCTION DESGENETTES

A MES CHEFS

A MES MAÎTRES
DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE LYON
DES HÔPITAUX ET DE LA MATERNITÉ

A MES CAMARADES
DE L'ÉCOLE DU SERVICE DE SANTÉ MILITAIRE

A MES CAMARADES
DE LA POMELIE, ASHER ET JULLIEN
DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

AU MONT VALÉRIEN
« COLLINE INSPIRÉE » DES TÉLÉGRAPHISTES
CENTRE DE MES SOUVENIRS D'ENFANCE

Laboratoire merveilleux dans le plus beau des parcs naturels où, auprès de mon père, j'ai pris le goût de la recherche.

A MON AMI TAILLANDIER

Fidèle et dévoué collaborateur de mon père.

AU SERGENT JEAN RENAUD, ALORS MAÎTRE-OUVRIER

Qui, par son astuce et sa bonne humeur inaltérable, réalisait le type parfait du sâpeur télégraphiste français.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR PONTIUS

Professeur de Physique Médicale

Qui a bien voulu s'intéresser à ce travail et encourager nos efforts. Il nous fait le grand honneur de présider cette thèse. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre respectueuse gratitude.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ GABRIELLE

Qui a toujours été pour nous un maître bienveillant. Nous sommes heureux de le voir juger ce travail en regrettant de le quitter.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ PIFFAUT

Qui a accepté de nous juger. Nous espérons sa bienveillante indulgence pour nos essais géométriques.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ BROUSSY

Que nous remercions d'avoir bien voulu juger ce travail.

AVANT-PROPOS

Dans cette thèse, nous désirons simplement faire connaître le résultat des recherches sur la localisation des projectiles que nous avons entreprises depuis 1939.

Notre but était d'augmenter la précision et la commodité des méthodes de repérage, en utilisant le matériel déjà existant.

Ces recherches nous ont conduits à une nouvelle méthode générale de localisation par radioscopie. Cette méthode, que nous proposons d'appeler *méthode du repérage cutané*, utilise la technique de l'angle de Patte, mais par rapport à des repères cutanés, ce qui est entièrement nouveau.

Nous avons abouti à deux procédés auxquels nous avons donné le nom de *procédé du rayon oblique interne* et de *procédé des arcs capables*. Ce sont des constructions géométriques simples : un pied à coulisse, parfois une règle et un compas sont les instruments indispensables. La position du projectile par rapport aux repères cutanés est donnée soit par simple lecture sur une abaque, soit par l'intersection de cercles sans qu'aucun calcul soit nécessaire. Nous

espérons pouvoir bientôt donner la situation^o du projectile par un compas à réglage automatique et simple.

Ces procédés viennent à leur heure. Ils apportent une solution élégante et simple aux problèmes du repérage géométrique dans la méthode d'extraction des projectiles par l'appareil de stéréoradioscopie de Bardon. Cette récente méthode, codifiée par notre Maître le Professeur Willemin, est incontestablement appelée au plus grand avenir.

Mais, il faut avouer que la méthode du repérage cutané est susceptible de nouveaux développements et de nouvelles simplifications que l'on ne peut que mal prévoir à l'heure actuelle. Notre modeste ambition n'aura été que de faire apercevoir une méthode nouvelle, sans avoir la prétention d'en épuiser les possibilités.

Actuellement, nous poursuivons nos essais en vue de simplifier un compas se réglant automatiquement et sans calcul. Ce compas pourra donner la situation du projectile et guider vers lui le chirurgien. Il aura les avantages de précision et de commodité du compas de Hirtz sans en avoir la lenteur ni l'ennui d'exiger une épure. Nous n'en décrirons que le principe, le modèle définitif étant encore à la période d'essais.

L'exposé de la méthode du repérage cutané et des procédés qui en découlent fera l'objet de la deuxième partie de cet exposé.

Afin de donner un terme de comparaison, nous consacrerons la première partie de notre thèse à un bref

rappel des procédés radioscopiques de localisation qui, par leur simplicité et leur commodité, ont résisté à l'épreuve du temps.

Cet exposé nous fera entrevoir l'intérêt des méthodes de repérage à petit diaphragme par rotation de l'ampoule dont fait partie la méthode du repérage cutané et les procédés qui en découlent que nous pourrons alors décrire.

CHAPITRE PREMIER

RAPPEL DES PROCÉDES USUELS DE REPERAGE RADIOSCOPIQUE DES PROJECTILES

GENERALITES

Les projectiles métalliques, corps étrangers de nombre atomique élevé, se comportent vis-à-vis des rayons X comme de véritables écrans opaques. Leur ombre portée apparaît avec netteté sur l'écran comme sur le film.

L'exploration radiologique est donc une méthode sans égale pour rechercher, découvrir, localiser et aider à extraire les projectiles métalliques dans l'organisme.

La technique radioscopique, simple et rapide, doit permettre d'explorer une région dans un temps minimum, de découvrir et d'affirmer la présence d'un projectile, de le situer rapidement, de donner au chirurgien une approximation suffisante pour le guider utilement dans son intervention.

Les procédés proposés sont extrêmement nombreux, nous ne saurions entreprendre ici une telle description. Nous bornerons cette étude à celle des dispositifs entrant dans la dotation des installations radiologiques de campagne.

PRINCIPES DE LOCALISATION

La localisation consiste à déterminer la situation exacte d'un projectile par rapport à certains repères.

Ces repères peuvent être des repères naturels d'ordre anatomique ou des repères artificiels disposés sur la peau, réalisant une base pour la localisation géométrique.

1° La *localisation anatomique*, temps préalable de toute extraction, suppose la connaissance de l'anatomie normale. Elle consiste à repérer l'éclat par rapport aux os ou à certains organes visibles de manière à préciser sa situation dans les parties molles.

On parvient à cette détermination en multipliant les incidences en radioscopie, en étudiant la mobilité du projectile avec le jeu des organes, en comparant son déplacement avec celui des repères osseux voisins.

Mais les repères anatomiques sont parfois difficiles à percevoir. Dans certaines régions du corps, ils peuvent même faire défaut. C'est alors que le radiologiste brûle ou écourte l'étape anatomique et s'adresse à la localisation géométrique.

2° La *localisation géométrique*, en effet, ne tient aucun compte de l'anatomie. Elle crée et dispose à son gré des repères extérieurs. Elle fixe par rapport à ces repères la direction et la profondeur du projectile.

PROCEDES DE LOCALISATION RADIOSCOPIQUE

Les divers procédés de localisation radioscopique peuvent être divisés en trois catégories :

1° *Méthode des repères cutanés, ou méthode des deux axes.*

Procédé de Debieerne.

2° *Méthode du déplacement de l'ampoule sans rotation.*

Procédé de Haret.

Ecran percé de Hirtz.

Procédé de Strohl.

3° *Méthode du déplacement de l'ampoule après rotation d'un angle déterminé.*

Procédé de Patte.

Mais avant d'étudier ces différents procédés, rappelons la technique générale de localisation des projectiles.

TECHNIQUE GENERALE

Repérer un projectile, c'est établir deux rayons qui se coupent à son niveau. Ces deux rayons seront obtenus par deux projections du corps étranger sous des incidences différentes.

Deux techniques sont possibles :

1° *Déplacer le sujet*, c'est le cas de la méthode des repères cutanés où la seconde image de l'éclat est obtenue par rotation du membre blessé.

2° *Déplacer l'ampoule*, le blessé restant immobile. C'est le principe de toutes les autres méthodes.

On dispose le blessé sur une table radioscopique avec ampoule dessous. L'écran fluorescent repose horizontalement sur le blessé. L'ampoule se déplace

dans un plan parallèle à cet écran, c'est-à-dire dans un plan horizontal.

L'horizontalité du plan de l'écran, n'a qu'un caractère contingent, seul compte le parallélisme du plan de l'ampoule et de celui de l'écran. Nos raisonnements seront donc valables quelle que soit la situation du dispositif dans l'espace.

Définissons enfin, ce que l'on entend par rayon central et rayon normal.

Le rayon central est l'axe du cône de rayons X obtenu en diaphragmant fortement : il est donc défini par rapport à l'ampoule.

Le rayon normal est le rayon perpendiculaire à l'écran : il est donc défini par rapport à l'écran.

METHODE DES REPERES CUTANES OU METHODE DES DEUX AXES

Procédé de Debierne.

Cette méthode simple et rapide s'applique tout particulièrement aux membres.

En voici le principe :

Suivant la même section plane perpendiculaire à l'axe du membre blessé, on fait deux radioscopies successives.

On détermine à l'aide de points marqués sur la peau deux axes passant par le corps étranger. Le projectile se trouve au point de rencontre de ces deux axes.

En pratique, on recherche en rayon central l'image du projectile P sur l'écran. A l'aide de deux repères encres, on trace sur la peau les points B

et B' d'entrée et de sortie du rayon. Après rotation du membre (de 90° par exemple), on recherche la nouvelle droite RR' qui passe par le projectile. Les deux droites BB' et RR' se coupent évidemment en P. Une construction géométrique aisée à imaginer donne en vraie grandeur la section du membre au niveau du projectile.

Cette méthode particulièrement simple ne nécessite que des repères métalliques encreurs faciles à improviser.

Mais il faut déplacer le blessé au cours du repérage, et la rotation du membre peut ne pas être obtenue sans souffrance.

L'avantage des procédés suivants est que le blessé reste immobilisé durant la localisation.

METHODE DU DEPLACEMENT DE L'AMPOULE SANS ROTATION

Principe général.

Le principe général des procédés dérivant de cette méthode repose sur les propriétés des triangles semblables. On fait deux projections du corps étranger dont une est généralement en rayon central et normal. On obtient alors sur l'écran, deux ombres. La distance qui les sépare dépend de la position de l'ampoule par rapport à l'écran, du déplacement de l'ampoule et de la profondeur du projectile.

Pour simplifier l'exposé, nous admettrons dans tout ce qui suivra que la région du blessé d'où émerge le rayon normal est au contact de l'écran. Dans la pratique il est loin d'en être toujours ainsi. Il faut alors

tenir compte de la distance écran-peau. Nous aurons d'ailleurs l'occasion de revenir plus longuement sur cette question.

Procédé de Haret.

Le foyer de l'ampoule étant en F, à la distance D de l'écran, recherchons en rayon normal l'image p' du projectile P. Repérons cette image sur l'écran, ainsi que sur la peau le point de sortie du rayon normal. Déplaçons ensuite l'ampoule parallèlement à l'écran d'une distance d (qu'une butée limite habituellement à 10 cm.). Ouvrons alors le diaphragme, le foyer dans sa nouvelle position donne du projectile une nouvelle image p'' distante de p' de la longueur a.

Il est aisé de montrer que l'on a :

$$x = \frac{Da}{d+a}$$

D=distance anticathode-écran ; d=translation de l'ampoule.

a=écart des images ; x=profondeur du projectile.

Haret, pour éviter tout calcul, a construit une règle qui matérialise tous les éléments de la construction.

C'est une règle plate de 65 cm. graduée en millimètres et disposée verticalement. A la partie supérieure et gauche de cette règle, est fixée une équerre dont le côté horizontal est gradué en millimètres. C'est sur lui que se fera la lecture du déplacement de l'ombre du projectile, le zéro de la règle coïncide

avec le zéro de l'équerre.

A la partie inférieure et droite de la règle, se trouve une deuxième équerre graduée. On porte le déplacement de l'ampoule (10 cm. en général) sur cette deuxième équerre qui est mobile le long de la règle verticale. On amène l'équerre au niveau de la graduation correspondant à la distance anticathode-écran. Celle-ci peut être, suivant les appareils, de 50 ou 60 cm. ou même de toute autre valeur.

On conçoit sans peine, que le bord gradué de l'échelle verticale représente le rayon normal. Notons la graduation de l'équerre mobile correspondant au déplacement fixe de l'ampoule et, sur l'équerre fixe, la graduation qui répond à la valeur du déplacement de l'ombre du projectile.

Le rayon oblique sera matérialisé par un fil fin tendu entre ces deux graduations. L'intersection de ce fil avec le bord gradué de la règle verticale donne la hauteur du projectile au-dessous de l'écran.

En pratique, D et d sont fixes ($D=50$; $d=10$ cm.). La seule opération consiste à tendre le fil jusqu'à la division de l'équerre supérieure répondant à l'écart des images. On lit immédiatement la profondeur du projectile.

Ce procédé est d'une grande exactitude à condition d'établir un parallélisme rigoureux entre l'écran et le porte-ampoule.

Il suffit évidemment que l'un et l'autre soient parfaitement horizontaux, ce qui se vérifie facilement avec un niveau d'eau. Le rayon central doit être en effet exactement perpendiculaire à l'écran.

Ecran percé de Hirtz.

C'est un procédé de substitution. Un corps opaque est substitué au projectile et on mesure sa distance à l'écran.

L'appareil se compose d'un écran de 18×24 cm. percé d'un trou de 3 mm. de diamètre. Un fil est enroulé du côté de l'observateur sur une tige qui forme treuil. A son extrémité libre qui est engagée dans le trou de l'écran, est suspendue une petite balle de plomb.

Sur l'écran un fil métallique est tendu sur un curseur double C qui peut glisser sur l'écran.

Temps préalable :

On s'assure que le rayon central est rigoureusement vertical. Pour cela on amène l'écran au-dessous de l'ampoule. On déroule le fil à plomb d'une vingtaine de centimètres et on vérifie en rayon central que l'ombre radioscopique de la balle est en coïncidence avec la tache noire produite par le trou d'écran.

Premier temps :

On amène la tache noire produite par le trou en coïncidence avec le milieu de l'ombre du projectile ou avec un point remarquable de son contour. La balle de plomb est au repos.

Une petite tige enduite d'encre grasse permet de marquer sur la peau à travers le trou de l'écran, la trace d'émergence du rayon normal. Elle permet aussi le cas échéant de mesurer la distance écran-peau.

L'ampoule est alors déplacée d'une valeur quelconque FF'' et bloquée. L'opérateur ouvre le diaphragme.

L'ombre de P a pris une nouvelle position que l'on repère à l'aide du curseur mobile.

Deuxième temps :

Le blessé est enlevé, on redonne les rayons et on fait descendre le fil à plomb jusqu'à ce que l'ombre radioscopique de la boule soit exactement partagée en deux par le fil métallique tendu sur le curseur.

La boule a donc pris dans l'espace l'emplacement du projectile. Il ne reste plus qu'à relever verticalement l'écran autour de sa charnière. La balle de plomb vient s'appliquer d'elle-même sur une échelle graduée en millimètres. On a ainsi la longueur du fil, c'est-à-dire la profondeur de l'éclat au-dessous de l'écran dont on retranche le cas échéant la distance écran-peau.

Ce procédé est rapide, donne aisément et exactement le rayon normal. Il ne comporte aucune mesure directe. Avec un bon réglage sa précision est de l'ordre du millimètre.

Procédé de Strohl.

Le principe en est le suivant : Les deux rayons qui donnent l'ombre du projectile font entre eux un angle constant. On calcule cet angle de telle façon que la base horizontale de tous les triangles semblables formés soit dans un rapport simple avec la hauteur (un demi, par exemple).

Il suffira donc pour avoir la distance du projectile à l'écran, de multiplier par 2 l'écart des ombres (qui

peut être mesuré sur l'écran).

En pratique, on fixe sur le support d'ampoule deux repères métalliques A et B situés dans un plan parallèle à l'écran, ces repères déterminent avec le foyer de l'ampoule un triangle tel que sa hauteur soit le double de la base AB. Ces trois points FAB sont solidaires, fixés par construction de façon immuable.

On opère alors de la façon suivante :

Dans un premier temps, on repère à la peau l'émergence du rayon normal qui passe par le projectile.

Dans un deuxième temps on déplace l'ampoule vers la gauche et on fait coïncider l'ombre du repère B avec celle du projectile. On obtient alors le point p'.

Déplaçant ensuite l'ampoule à droite, on fait coïncider l'ombre du repère A avec celle de P. On obtient ainsi le point p''.

La hauteur du triangle P p' p'' semblable à FAB est évidemment le double de sa base. Pour connaître la profondeur du projectile, il suffit alors de multiplier par deux la distance p' p''.

« Ce procédé est très rapide, il ne nécessite ni calcul ni barème et surtout il n'exige pas la mesure du décalage de l'ampoule ni celle de la distance de l'anticathode à l'écran. Les manœuvres peuvent donc se faire dans l'obscurité, l'écran étant placé sur le sujet à des distances quelconques du tube » (Strohl).

Ce dispositif qui n'est pas prévu dans les formations radiologiques de campagne, peut être réalisé le cas échéant par deux fils de plomb parallèles fixés

sur un carton horizontal rendu solidaire de l'ampoule.

METHODE DU DEPLACEMENT DE L'AMPOULE APRES ROTATION D'UN ANGLE DETERMINE

Procédé de Patte.

Le principe de cette méthode de localisation repose sur les propriétés d'un triangle rectangle dont l'un des angles aigus est de valeur connue. Le foyer étant en F, cherchons en rayon normal l'ombre p' du projectile, en petit diaphragme. Imprimons ensuite à l'ampoule une rotation donnée a (vers la gauche par exemple). Si nous avons conservé un petit diaphragme, l'image p' n'apparaît plus. Pour retrouver l'ombre du projectile, il faut déplacer le tube vers la droite jusqu'à coïncidence du rayon central (qui n'est plus normal) avec l'éclat. On a lors l'image p". Le triangle P p' p" est un triangle rectangle. On peut écrire :

$$P p' = \frac{p' p''}{Tg. a}$$

Si nous choisissons $Tg. a = 1/2$ la profondeur du projectile sera le double de l'écart des ombres.

C'est ce qui est réalisé en pratique : l'angle choisi est de : $26^{\circ}33'$ parce que $Tg. (26^{\circ}33') = 1/2$.

Comme on le voit le procédé de Patte est d'inspiration très heureuse. Il ne comporte aucun dispositif spécial sauf la butée automatique permettant d'obtenir instantanément la rotation de l'ampoule.

Les cuves radiologiques de campagne (appareil Clinix de la C. G. R.) sont actuellement construites avec

deux butées de rotation de $26^{\circ}33'$ de part et d'autre de la position verticale. C'est un dispositif robuste, simple, indé réglable, véritablement intégré au tube lui-même.

CONCLUSION

« Avec les installations de faible puissance, un petit projectile n'est parfois visible dans une région épaisse que par l'examen à petit diaphragme. Parce que les méthodes de simple translation exigent l'ouverture du diaphragme, la mesure est souvent impossible (à moins que l'on utilise des translations trop petites pour avoir quelque précision).

Strohl préconise, pour l'application de son procédé, l'emploi d'un diaphragme en forme de fente parallèle à la translation. Par cet artifice, il améliore un peu la visibilité. Le petit diaphragme la porte à son maximum et permet l'emploi d'un grand angle de recoupement.

Les méthodes qui utilisent la rotation de l'ampoule permettent de travailler à petit diaphragme. La sécurité du radiologiste augmente de ce fait. Et surtout, une mesure précise devient possible dans le cas de projectile difficilement visible. On imagine l'intérêt si ce repérage précis doit servir au chirurgien pour décider de l'intervention ».

Ce que Patte concluait en 1918 est toujours actuel.

Le travail à petit diaphragme présente un double avantage :

- Précision plus grande du repérage.
- Sécurité plus grande du radiologiste.

CHAPITRE II

METHODE DE REPERAGE CUTANE ET SES APPLICATIONS

LES DEFAUTS DES PROCEDES RADIOSCOPIQUES USUELS

Les procédés fondés sur les propriétés des triangles semblables exigent théoriquement pour être précis :

1° Que le rayon central soit vertical.

2° Que l'écran soit horizontal.

3° Que l'écran soit en contact avec la région du blessé d'où émerge le rayon normal, ou que l'on puisse connaître de façon très précise la distance écran-peau.

4° Le travail à petit diaphragme, qui augmente la précision du repérage et la sécurité du radiologiste.

Il est habituellement impossible d'agir sur la première condition. Mais on admet en général que le réglage de l'appareil a été suffisamment correct pour que le rayon central soit aussi vertical.

La deuxième condition est difficile à réaliser. Il est parfois fort incommode de rendre un écran parfaitement horizontal. Il est cependant rare que cette préoccupation trouble beaucoup le radiologiste. Il se contente d'une approximation.

Et cependant, cherchons à vérifier le résultat d'un premier repérage. Si nous avons utilisé comme première position oblique la position oblique à gauche, prenons pour la vérification la position oblique à droite. Nous aurons assez souvent la désagréable surprise de constater une différence entre les chiffres de profondeur,

L'écran doit être au contact de la région du blessé d'où émerge le rayon normal. Si cela n'a pas lieu (cas des projectiles de la région axillaire) l'appréciation de la distance écran-peau est sinon difficile, du moins imprécise. Tous les procédés théoriquement simples qui ont été proposés donnent des résultats d'une imprécision notoire.

Si l'écran est au contact, on éprouve une certaine difficulté à marquer l'émergence cutanée du rayon central sans déplacer l'écran et fausser les mesures. Si l'écran est sans contact avec le blessé, l'absence de point d'appui est une imprudence et l'imprécision du repérage se trouve augmentée. Même si l'écran est au contact d'une région différente, l'imprécision reste.

Le procédé de Debierne, qui prend ses repères sur le blessé lui-même, est susceptible d'une beaucoup plus grande précision. Projectiles et repères forment en effet à tout moment une figure indéformable dans l'espace. En outre, le procédé de Debierne n'exige aucune condition de position de la part de l'écran. L'écran pourra être mobile sans qu'on ait à se préoccuper d'une horizontalité pratiquement jamais atteinte.

Mais le procédé de Debierne n'a pas que des avan-

tages : il n'est pas toujours possible de faire tourner un membre blessé. De plus, en dehors des membres, le procédé est d'une application difficile.

Ainsi, pour être à la fois simple, pratique et précis, un procédé devra, d'après nous :

— Utiliser des repères cutanés sur un malade immobilisé.

— Permettre le travail à petit diaphragme avec écran mobile.

Les procédés des arcs capables et du rayon oblique interne que nous allons maintenant étudier, répondent à ces conditions.

Désormais, par définition, lorsqu'il s'agira de repères d'émergence, d'entrée ou de sortie d'un rayon, il faudra sous-entendre l'adjectif cutané. La méthode du repérage cutané n'envisage que des repères pris sur la peau du blessé, à l'exclusion de tout autre.

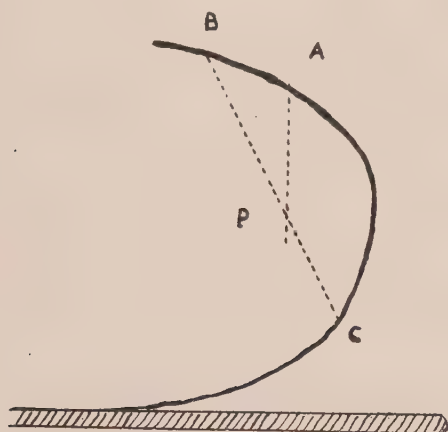
PROCEDE DU RAYON OBLIQUE INTERNE

Nous entendrons par rayon oblique interne le rayon dont l'émergence supérieure est du côté interne par rapport à celle du rayon central. (On remarquera en outre que, pour le rayon oblique interne, l'ampoule sera tournée elle aussi obliquement du côté interne). On comprend aussitôt que le point d'entrée du rayon oblique interne est au contraire le plus extérieur et le plus facilement abordable pour un repérage et des mensurations.

Soit dès lors, un plan R approximativement perpendiculaire à l'axe du corps (ou du membre) et qui passe par le projectile. Prenons ce plan pour plan

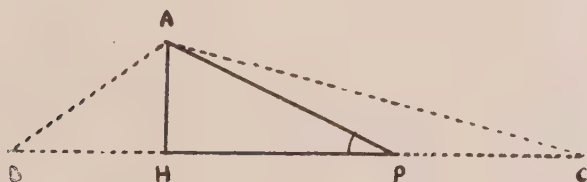
de figure et supposons que le foyer de l'ampoule soit lui aussi mobile dans le plan R (fig. 1).

Nous pouvons alors, dans ce plan, marquer l'émergence A du rayon central. Marquons l'entrée C et



la sortie B du rayon oblique interne. Mesurons par un procédé quelconque (pied à coulisse, par exemple) AB, AC et BC.

Sur une feuille de papier reconstruisons le triangle ABC (fig. 2). Marquons la hauteur AH ; il est dès



lors aisé de retrouver le point P. Nous connaissons en effet la forme du triangle PAH, qui est rectangle et dont l'angle APH est égal à l'angle de Patte. Nous

connaissions de ce triangle le côté AH. Le triangle APH est donc entièrement déterminé.

On voit immédiatement que l'on a :

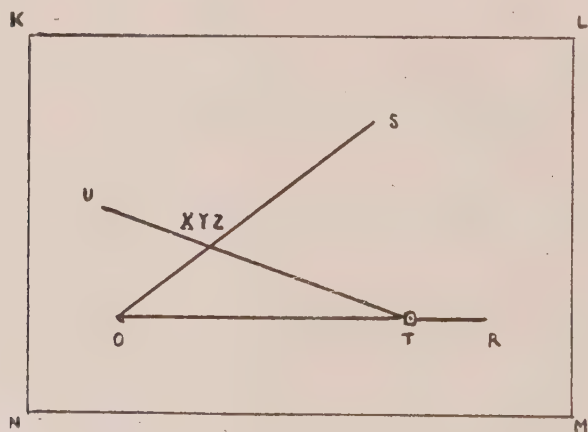
$$PA = AH \sqrt{5}$$

MESURE DE LA PROFONDEUR PAR ABAQUE

Il est facile d'imaginer une abaque, dispensant de la construction géométrique et donnant immédiatement le résultat.

Divers modèles sont possibles, seule l'expérimentation dira le plus commode.

En voici le principe général (fig. 3) :



Soit un rectangle KLMN qui servira de support à l'abaque.

Parallèle au grand côté KL de ce rectangle est une droite OR graduée en millimètres.

Une règle OS graduée en millimètres est susceptible de tourner autour de O.

Une règle TU graduée en millimètres est suscep-

tible de tourner autour du point T qui est lui-même assujetti à décrire la droite OR.

Pour reconstruire ABC, il suffit évidemment de placer T à la distance de O telle que :

$$OT = BC$$

Sur OS on portera la longueur OY telle que :

$$OY = AB$$

Sur TU on portera la longueur TZ telle que :

$$TZ = AC$$

Le point de concours X de Y et de Z est évidemment le point A.

Il est dès lors aisé de mesurer la hauteur AH qui est aussi la distance de X à OR et d'en déduire PA.

On peut encore établir sur l'abaque un champ de droites parallèles à OR graduées suivant leur distance à cette droite. On a ainsi AH par simple lecture. PA est obtenu immédiatement.

On peut d'ailleurs graduer le champ de parallèles en prenant pour unité de distance $1/\sqrt{5}$ cm. On aura alors PA par simple lecture.

REPERAGE DU PROJECTILE PAR COMPAS

Il est facile d'imaginer un compas qui conduise automatiquement et sans calcul sur le projectile P.

C'est un pied à coulisse sur lequel sont placés des curseurs qui indiquent automatiquement la direction et la profondeur du projectile. Des sondes localisatrices sont glissées dans ces curseurs.

Le compas a cette intéressante propriété que, quelle que soit sa position, la sonde localisatrice principale vise toujours le projectile et l'atteint lors-

qu'elle est poussée à fond. Ceci permet au chirurgien de choisir la voie d'accès la plus favorable. Le compas mis en place, la sonde principale sera repoussée par les téguments d'une longueur égale à la profondeur de l'éclat sous la peau. L'extrémité de la sonde marquera le point d'incision.

Mais ce compas sera surtout un organe de guidage en cours d'intervention. A tout instant, à la demande du chirurgien, le compas stérilisé sera remis en place et la sonde descendue dans la plaie opératoire. Elle touchera le projectile quand elle atteindra la fin de sa course.

Notons qu'un tel compas aura l'avantage de pouvoir être stérilisé dans les boîtes d'instruments, puisqu'il peut se monter extemporanément sur le malade aseptisé sans qu'aucun autre temps spécial soit nécessaire.

ARC CAPABLE D'UN ANGLE DONNE RAPPEL GEOMETRIQUE

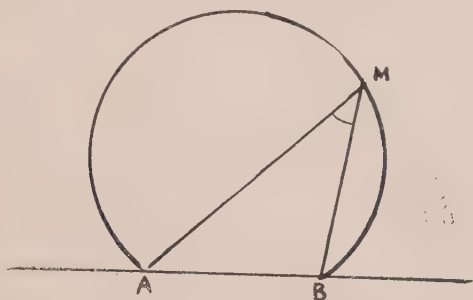
On peut dire que la médiatrice d'un segment est l'ensemble des points qui sont à égale distance des extrémités de ce segment.

En géométrie, un ensemble de ce genre s'appelle un lieu géométrique. En d'autres termes, lieu géométrique signifie ligne formée par l'ensemble des points qui possèdent une propriété déterminée.

Nous allons avoir à utiliser le lieu géométrique des points situés d'un côté déterminé d'une droite donnée d'où l'on voit un segment AB de cette droite sous un angle donné α .

On démontre que le lieu géométrique des points M

du plan situés d'un même côté d'une droite d'où l'on voit un segment AB de celle-ci sous un angle donné est un arc de cercle AMB d'extrémité A et B (fig. 5).



Cet arc s'appelle l'arc capable de l'angle donné.

PROCEDE DES ARCS CAPABLES

Il peut se faire qu'il soit impossible, du fait de l'appareil ou pour une raison quelconque, de rendre le foyer de l'ampoule mobile dans le plan R (que nous avons vu être approximativement perpendiculaire à l'axe du corps). Il peut aussi arriver que le repère d'entrée du rayon oblique interne soit d'un abord malaisé pour une mensuration.

Supposons donc le foyer mobile dans un plan sagittal, parallèle au grand côté de la table

Il est encore possible avec trois repères d'obtenir la profondeur du projectile sous le repère d'émergence du rayon central.

Soit donc le plan Q sagittal passant par le projectile. Le foyer de l'ampoule est mobile dans ce plan. Marquons l'émergence des trois rayons A central, B oblique de Patte à gauche, C oblique de Patte à droite.

Mesurons au pied à coulisse AB, AC, BC.

Si l'on a :

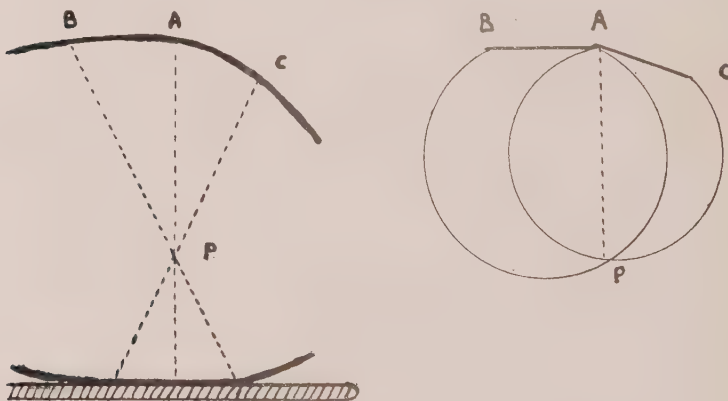
$$AB = AC$$

$$2 AB = BC$$

on a évidemment aussi, si P est le projectile :

$$PA = BC$$

Mais, dans le cas le plus général, il n'en est pas ainsi. Il est néanmoins facile de construire et de mesurer la longueur PA. Il n'y a qu'à construire le triangle ABC (fig. 6). On remarque aussitôt que P



doit être sur les segments d'arc capable, d'où l'on voit AB et AC sous un angle de $26^{\circ}33'$. P est donc à l'intersection de deux cercles qu'il est aisé de construire.

Cherchons en effet le centre I d'un segment d'arc capable (par exemple celui d'où l'on voit AB sous l'angle donné). Il suffit de construire sur le côté AB un triangle rectangle ABC' tel que le deuxième côté de l'angle droit

$$BC' = 2 AB$$

(avec la condition que C et C' soient du même côté de AB). Le centre I du segment d'arc est le milieu de l'hypothénuse AC'.

L'intersection des deux segments d'arc capable donne le point P et l'on peut mesurer PA, profondeur du projectile au-dessous du repère cutané en rayon central.

On peut remarquer que nous n'avons employé que le terme rayon central. Il n'est en effet nullement utile que le rayon central soit vertical. Si l'on construit une coupe de la région suivant le plan ABC et qu'on connaisse la direction de la verticale, on peut alors construire le point d'émergence du rayon vertical qui passerait par le projectile et mesurer la profondeur du projectile au-dessous de ce point.

CONCLUSIONS

Nous exposons dans ce travail une nouvelle méthode générale de localisation par radioscopie. Cette méthode utilise la technique de l'angle de Patte, mais par rapport à des repères cutanés, ce qui est entièrement nouveau.

A la suite de l'exposé et de l'étude critique des méthodes et des procédés antérieurs, nous montrons en effet que pour être simple, pratique et précise, une méthode de localisation doit :

— Utiliser des repères cutanés sur un malade immobilisé.

— Permettre le travail à petit diaphragme avec écran mobile.

Les deux procédés des arcs capables et du rayon oblique interne répondent à ces conditions.

Le procédé des arcs capables est une construction graphique aboutissant à l'intersection de deux cercles.

Le procédé du rayon oblique interne donne la position du projectile par simple lecture sur une abaque.

Un compas se réglant automatiquement et sans calcul est actuellement à l'essai. Il aura les avantages de précision et de commodité du compas de Hirtz sans en avoir la lenteur ni l'ennui d'exiger une épure.

La méthode du repérage cutané, méthode nouvelle dont les possibilités n'ont pas encore été épuisées, nous a donc semblé digne d'intérêt.

Vu :
Le Doyen,
Jean LÉPINE.

Vu :
Le Président de la Thèse,
PONTIUS.

Vu et permis d'imprimer ;
Lyon, le 29 Novembre 1941.
Le Recteur, Président du Conseil de l'Université,
GAU.

BIBLIOGRAPHIE

BOUCHARD. — *Traité de Radiologie Médicale* (Steinheil, éditeur, 1904).

DELHERM et ROUSSET. — Le repérage des projectiles. La collaboration radio-chirurgicale (Ed. Maloine, 1918).

HOSOTTE. — La radioscopie en relief (*Thèse de Lyon*, 1941).

OMBRÉDANNE et LEDOUX-LEBARD. — Localisation et extraction des projectiles (Collection Bleu-Horizon). Editeur Masson, 1917.

PATTE. — Mesure de la profondeur d'un projectile difficilement visible. Travail à petit diaphragme (*Journal d'Electro-Radiologie*, avril-mai 1918, p. 57 à 62).

WILLEMIN. — Technique de localisation des projectiles en campagne (*Revue du Service de Santé Militaire*, août 1936, T. 105, p. 162 à 191).

